

14. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 02 SEP 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 4 1 3 1 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 4 1 3 1 5]

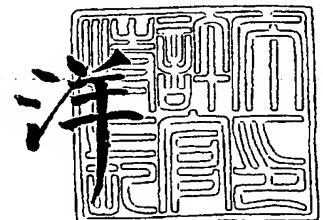
出 願 人 日 本 電 信 電 話 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH156210
【提出日】 平成15年 9月30日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04L 12/28
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 大槻 信也
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 熊谷 智明
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 永田 健悟
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 齋藤 一賢
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 相河 聡
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100072718
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 古谷 史旺
 【電話番号】 3343-2901
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013354
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9701422

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、前記 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定し、

前記キャリア検出中あるいは前記無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行い、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルで、前記送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の無線パケット通信方法において、

前記被無線チャネルに前記仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 3】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、前記 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_i + T_s$) を設定し、

前記キャリア検出中あるいは前記無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行い、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルで、前記送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の無線パケット通信方法において、

前記被無線チャネルに前記仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_i + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_i + T_s$) を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記被無線チャネルの受信電力を検出し、その受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルに対して前記送信抑制時間を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行い、誤りが検出された被無線チャネルに対して前記送信抑制時間を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 7】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設

定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

前記キャリア検出中あるいは前記無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行う手段を含み、

前記仮想的なキャリア検出手段は、並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、前記 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を送信抑制時間として設定し、さらに前記キャリア検出中あるいは前記アイドル中に自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルに対して、前記送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の無線パケット通信装置において、

前記仮想的なキャリア検出手段は、すでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 9】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

前記キャリア検出中あるいは前記無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行う手段を含み、

前記仮想的なキャリア検出手段は、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、前記 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_i + T_s$) を送信抑制時間として設定し、さらに前記キャリア検出中あるいは前記アイドル中に自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルに対して、前記送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の無線パケット通信装置において、

前記仮想的なキャリア検出手段は、すでに設定されている送信抑制時間が ($T_i + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_i + T_s$) を設定する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 11】

請求項 7 ～ 10 のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、

前記被無線チャネルの受信電力を検出する手段を含み、

前記仮想的なキャリア検出手段は、前記受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルに前記送信抑制時間を設定する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 12】

請求項 7 ～ 11 のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、

前記被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行う手段を含み、

前記仮想的なキャリア検出手段は、前記被無線チャネルに受信した無線パケットに誤りが検出されたときに、被無線チャネルに前記送信抑制時間を設定する構成であることを特

徴とする無線パケット通信装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】無線パケット通信方法および無線パケット通信装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列に送受信する無線パケット通信方法および無線パケット通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列に送受信する無線パケット通信方法について説明する。図16は、無線パケットの構成例を示す。無線パケットは、送信すべきデータを有するデータフレームと各種制御情報を有するヘッダから構成される。ヘッダには、無線パケットの送受信で使用する無線チャネルの占有時間を表すフィールドも含まれる。

【0003】

ここで、3つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法について、図17を参照して説明する。無線パケットを送信する無線局は、その送信に先立って無線チャネルの空き状態の検出を行う。現在の無線パケット通信方法では、この空き状態の検出方法として2種類の方法を用いている（非特許文献1）。1つは、RSSI（Received Signal Strength Indicator）等により無線チャネルの受信電力を測定し、他の無線局がその無線チャネルを使用して無線パケットを送信しているか否かを検出する物理的なキャリアセンス方法である。

【0004】

他の1つは、図16に示す無線パケットのヘッダに記述された占有時間を利用し、その占有時間だけ無線チャネルをビジー状態に設定する仮想的なキャリアセンス方法である。無線局は、NAV（Network Allocation Vector）と呼ばれる無線チャネルが空き状態になるまでの時間を表すタイマをもっている。NAVが0の場合は無線チャネルが空き状態であることを示し、0でない場合は無線チャネルが仮想的なキャリア検出によりビジー状態であることを示す。他の無線局から送信された無線パケットを受信したときに、自局宛ての無線パケットのヘッダに記述された占有時間を読み取り、その値がNAVの現在値よりも大きい場合にはNAVに当該値を設定する。

【0005】

このとき、無線パケットのヘッダに記述する占有時間として無線パケットの実際の送信時間を設定すれば、RSSIによる物理的なキャリア検出と、NAVによる仮想的なキャリア検出はともにビジー状態を示し（図17の設定a）、上記2つの方法によるキャリアセンスはほぼ同じ機能を果たす。一方、無線パケットの実際の送信時間より長い占有時間をヘッダに記述すれば、無線パケットの受信終了後の時間でも、その無線チャネルは仮想的なキャリア検出によるビジー状態となり（図17の設定b）、その無線チャネルを用いた送信を抑制できる効果がある。この場合の占有時間は「送信抑制時間」と言えるものである。無線パケットを送信する無線局は、この2つのキャリアセンスの両方において空き状態となったときのみ、無線チャネルが空き状態であると判定して送信を行う。

【0006】

図17のタイミングt1で無線パケットを送信する場合には、3つの無線チャネル#1、#2、#3が空き状態であるため、各無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う。タイミングt2では、無線チャネル#1はすでに他の無線局から送信された無線パケットを受信しており、RSSIによる物理的なキャリア検出およびNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあり、空き状態の無線チャネル#2、#3を用いて無線パケットの送信を行う。タイミングt3では、3つの無線チャネル#1、#2、#3において他の無線局から送信された無線パケットの受信はないが、無線チャネル#2はその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にある。そのため、無線チャネル#2は使用せず、無線チャネル#1、#3を用いて無線パ

ケットの送信を行う。

【0007】

ここで、複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列に送信する無線パケット通信方法について、特願 2003-173914 号に記載の手法の概要について、図 19、図 20 を参照して説明する。

【0008】

図 19 (1) は、3 個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが 2 個ある場合であり、2 個の無線チャネルを用いて 3 個のうちの 2 個の無線パケットを並列送信する。図 19 (2) は、2 個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが 3 個ある場合であり、2 個の無線チャネルを用いて全て (2 個) の無線パケットを並列送信する。

【0009】

図 20 は、公知の空間分割多重技術 (非特許文献 2) を併用する場合である。なお、空間分割多重は、複数のアンテナから同じ無線チャネルで同時に異なる無線パケットを送信し、対向する無線局の複数のアンテナに受信された各無線パケットの伝達係数の違いに対応するデジタル信号処理により、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線パケットを分離する方式である。

【0010】

図 20 (1) は、各無線チャネルの空間分割多重数を 2 としたときに、7 個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが 3 個ある場合である。各無線チャネルごとに空間分割多重を併用することにより最大 6 個の無線パケットの並列伝送が可能であるので、3 個の無線チャネルを用いて 7 個のうちの 6 個の無線パケットを並列送信する。

【0011】

図 20 (2), (3) は、各無線チャネルの空間分割多重数を 2 としたときに、4 個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが 3 個ある場合である。各無線チャネルごとに空間分割多重を併用することにより最大 6 個の無線パケットの並列伝送が可能であるが、送信待ちの無線パケットは 4 個であるので、一部の無線チャネルについて空間分割多重を併用する。例えば、図 20 (2) に示すように、1 個の無線チャネルは空間分割多重で 2 個の無線パケットを送信し、残りの 2 個の無線チャネルは空間分割多重を用いずにそれぞれ 1 個の無線パケットを送信し、全体で 3 個の無線チャネルを用いて 4 個の無線パケットを並列送信する。また、図 20 (3) に示すように、2 個の無線チャネルでそれぞれ空間分割多重を併用し、全体で 4 個の無線パケットを並列送信する。

【非特許文献 1】小電力データ通信システム/広帯域移動アクセスシステム (CSMA) 標準規格、ARIB STD-T71 1.0 版、(社)電波産業会、平成 12 年策定

【非特許文献 2】黒崎 外、MIMO チャネルにより 100Mbit/s を実現する広帯域移動通信用 SDM-COFDM 方式の提案、電子情報通信学会技術研究報告、A・P2001-96, RCS2001-135 (2001-10)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

ところで、複数の無線チャネルを用いた無線パケットの送受信では、複数の無線チャネルが周波数軸上で連続した配置になっている場合に次のような問題が生じる。ある無線チャネルで送信した信号は、送受信フィルタの特性や増幅器の非線形性により、隣接の無線チャネルへ漏れこむことが想定される。この漏れこみが生じているときに、隣接の無線チャネルに受信信号があると、漏れこむ電力と受信信号の電力の差によっては受信信号を正しく受信できないことがある。通常、隣接する無線チャネルから送信時に漏れこむ電力は、遠く離れた無線局から送信された無線パケットの受信信号の電力に比べて格段に大きいために、この無線パケットの受信は不可能になる。この無線パケットが受信できない場合には、次のような支障が生じることになる。以下、図 18 を参照して説明する。

【0013】

図18のタイミングt1では、無線チャネル#2, #3はその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にある。そのため、空き状態の無線チャネル#1を用いて無線パケットの送信を行う。この無線パケットの送信中に、無線チャネル#2のNAVが0となって空き状態になる場合を想定する。このとき、無線チャネル#2を用いて他の無線局から無線パケットが送信され、無線パケットの送信時間よりも長い占有時間(送信抑制時間)がNAVに設定される予定にあるものとする。

【0014】

しかし、このとき無線チャネル#1から無線チャネル#2へ漏れこみが発生すると、無線チャネル#2の無線パケットが受信できず、NAVの設定ができなくなる。そのため、無線チャネル#2では本来の仮想的なキャリア検出が正常に動作せず、次のタイミングt2では無線チャネル#1, #2, #3のすべてが空き状態と判定されることになる。すなわち、無線チャネル#2に対する送信抑制ができない状態となり、衝突などの発生によるスループットの低下が予想される。また、無線チャネル#2のみ利用する従来の無線パケット送信方法との共存が困難になる。

【0015】

なお、無線チャネルへの漏れこみは隣接チャネルに限らず、その次の無線チャネルなど多くの無線チャネルに及び、仮想的なキャリア検出が正常に動作しない範囲が広範囲に及ぶことも想定される。

【0016】

本発明は、並列送信によるスループットの向上を目指す上で、隣接チャネルへの漏れこみなどによるスループットの低下要因を低減することができる無線パケット通信方法および無線パケット通信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

請求項1に記載の発明は、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_{max} に所定の時間 T_s を加えた時間($T_{max} + T_s$)を設定し、キャリア検出中あるいは無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行い、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルで、送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する。また、被無線チャネルに仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が($T_{max} + T_s$)より短い場合に、新たな送信抑制時間として($T_{max} + T_s$)を設定するようにしてもよい(請求項2)。

【0018】

請求項3に記載の無線パケット通信方法は、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間($T_i + T_s$)を設定し、キャリア検出中あるいは無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行い、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルで、送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する。また、被無線チャネルに仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制

時間が $(T_i + T_s)$ より短い場合に、新たな送信抑制時間として $(T_i + T_s)$ を設定するようにしてもよい(請求項 4)。

【0019】

さらに、以上の無線パケット通信方法において、被無線チャネルの受信電力を検出し、その受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルに対して送信抑制時間を設定するようにしてもよい(請求項 5)。さらに、以上の無線パケット通信方法において、被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行い、誤りが検出された被無線チャネルに対して送信抑制時間を設定するようにしてもよい(請求項 6)。

【0020】

請求項 7 に記載の発明は、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、キャリア検出中あるいは無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行う手段を含み、仮想的なキャリア検出手段は、並列送信した無線パケットの誤り検出を行う手段を含み、仮想的なキャリア検出手段は、並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 $(T_{\max} + T_s)$ を送信抑制時間として設定し、さらにキャリア検出中あるいはアイドル中に自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルに対して、送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する構成である。また、仮想的なキャリア検出手段は、すでに設定されている送信抑制時間が $(T_{\max} + T_s)$ より短い場合に、新たな送信抑制時間として $(T_{\max} + T_s)$ を設定する構成としてもよい(請求項 8)。

【0021】

請求項 9 に記載の無線パケット通信装置は、キャリア検出中あるいは無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行う手段を含み、仮想的なキャリア検出手段は、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 $(T_i + T_s)$ を送信抑制時間として設定し、さらにキャリア検出中あるいはアイドル中に自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルに対して、送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する構成である。また、仮想的なキャリア検出手段は、すでに設定されている送信抑制時間が $(T_i + T_s)$ より短い場合に、新たな送信抑制時間として $(T_i + T_s)$ を設定する構成としてもよい(請求項 10)。

【0022】

さらに、以上の無線パケット通信装置において、被無線チャネルの受信電力を検出する手段を含み、その受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルの仮想的なキャリア検出手段に、送信抑制時間を設定する構成としてもよい(請求項 11)。さらに、以上の無線パケット通信装置において、被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行う手段を含み、誤りが検出された被無線チャネルの仮想的なキャリア検出手段に、送信抑制時間を設定する構成としてもよい(請求項 12)。

【発明の効果】**【0023】**

請求項 1, 2 に記載の無線パケット通信方法および請求項 7, 8 に記載の無線パケット通信装置を用いることにより、並列送信する無線チャネルの中で送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によりその他の無線チャネルで正常に受信ができない場合で

も、その他の無線チャネルに最長送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。一方、送信抑制時間の設定中に無線パケットが正常に受信される場合には、現在の送信抑制時間を解除し、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。これにより、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

【0024】

請求項3, 4に記載の無線パケット通信方法および請求項9, 10に記載の無線パケット通信装置を用いることにより、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定し、各組み合わせの無線チャネルの中で送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によりその他の無線チャネルで正常に受信ができない場合でも、その他の無線チャネルに最長送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。一方、送信抑制時間の設定中に無線パケットが正常に受信される場合には、現在の送信抑制時間を解除し、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。これにより、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

【0025】

請求項5に記載の無線パケット通信方法および請求項11に記載の無線パケット通信装置を用いることにより、所定の受信電力が検出されなかった無線チャネルについては、漏れこみの影響がないものとして送信抑制時間の設定対象から外すことができる。これにより、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

【0026】

請求項6に記載の無線パケット通信方法および請求項12に記載の無線パケット通信装置を用いることにより、受信信号に誤りがない（少ない）無線チャネルについては、漏れこみの影響がないものとして送信抑制時間の設定対象から外すことができる。これにより、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

（無線パケット通信方法の第1の実施形態）

図1は、本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態（その1）のフローチャートを示す。図2は、本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態（その1）のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3, #4が用意され、タイミングt1において、無線チャネル#2, #4がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1, #2, #3, #4は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

【0028】

まず、タイミングt1で空き状態の無線チャネルを検索する（S1）。ここでは、RSSIによる物理的なキャリアセンスと、NAVによる仮想的なキャリアセンス（送信抑制時間の検出）を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図19および図20などに示す方法により並列送信する（S2）。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する（S3）。ここでは、無線チャネル#1, #3が空き状態であり、無線チャネル#1, #3を用いた2個（または $2 \times$ 空間分割多重数）の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} （ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1 ）が検出される。

【0029】

次に、無線チャネル#1, #2, #3, #4ごとにS4~S9の処理を行う。まず、無線チャネル#i (iは1, 2, 3, 4) から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する(S4)。なお、ビジー状態のために無線パケットの送信がなければ $T_i = 0$ である(ここでは $T_2 = T_4 = 0$)。次に、最長の送信時間 T_{max} と、無線チャネル#iから送信する無線パケットの送信時間 T_i を比較する(S5)。ここでは、無線チャネル#1の送信時間 T_1 が最長($T_{max} = T_1$)であり、無線チャネル#1以外は $T_{max} > T_i$ となるので、以下の処理は無線チャネル#1以外が対象となる。

【0030】

$T_{max} > T_i$ となる無線チャネル#iについて、それぞれNAVに設定されている送信抑制時間 T_{si} を検出する(S6)。ここでは、無線チャネル#2, #4については T_{s2} , T_{s4} 、無線チャネル#3については $T_{s3} = 0$ が検出される。次に、 T_{max} に所定の時間 T_s を加えた時間($T_{max} + T_s$)と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{si} を比較し、 $T_{max} + T_s > T_{si}$ であれば、新たな送信抑制時間として $T_{max} + T_s$ をNAVに設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う(S7, S8, S9)。一方、 $T_{max} > T_i$ でない無線チャネル#i (ここでは#1)の場合、あるいは $T_{max} + T_s > T_{si}$ でない無線チャネル#i (ここでは#4)の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う(S5, S7, S9)。

【0031】

これにより、最長の送信時間 T_{max} を有する無線チャネル#1についてはNAVの設定は行わず、無線チャネル#2, #3についてはNAVに送信抑制時間($T_{max} + T_s$)を設定し、無線チャネル#4についてはNAVの現在の送信抑制時間(T_{s4})を保持する。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル#2, #3, #4がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル#1のみを用いた無線パケットの送信が行われる。

【0032】

このように、無線チャネル#1からの漏れこみを想定して無線チャネル#2, #3のNAVに送信抑制時間($T_{max} + T_s$)を設定することにより、図18に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。しかし、NAVが設定された無線チャネル#2, #3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル#4において、無線パケットの受信が全くできないわけではない。仮に送信抑制時間の設定中に無線パケットが正常に受信される場合には、現在の送信抑制時間を解除し、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新するようにしてもよい。本発明の特徴は、無線パケットが正常に受信された無線チャネルにおいて、送信抑制時間の解除および更新を行うところにある。

【0033】

以下、図3に示すフローチャートおよび図4に示すタイムチャートを参照し、無線パケットが正常に受信された場合に送信抑制時間の解除および更新を行うための手順について説明する。ここでは、図1に示す処理により、図2に示すように無線チャネル#2, #3, #4にNAVが設定されているものとする。

【0034】

各無線チャネルでは、無線パケットの送信がないアイドル中あるいは空き状態の無線チャネルの検索中に、他の無線局から送信された無線パケットが受信された場合にその受信処理を行う(S101, S102)。受信処理では、CRCチェックによって誤り検出を行い、正常に受信された無線パケットのうち自局宛てのものを選択する。ここでは、無線パケットが受信された無線チャネル#2~#4のうち、無線チャネル#2, #4で自局宛ての無線パケットが正常に受信されたものとする。

【0035】

無線チャネル#i (ここでは#2, #4)において、当該無線チャネルに送信抑制時間が設定されているか否かを検出し(S103)、設定されている場合にはその送信抑制時間を解除(0にリセット)する(S104)。続いて、無線パケットのヘッダ中に占有時間を表す

フィールドがあるか否かを検出し (S105)、占有時間が設定されている場合にはNAVにその値を送信抑制時間として設定し (S106)、次の無線チャネルに対する処理を行う (S107)。ここでは、自局宛ての無線パケットが受信された無線チャネル#2, #4にそれぞれ送信抑制時間が設定されているものの、無線チャネル#2の無線パケットのヘッダに占有時間が設定されていないので、無線チャネル#2については送信抑制時間の解除のみが行われ、無線チャネル#4については送信抑制時間の更新が行われる。

【0036】

このように、NAVが設定された無線チャネル#2, #3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル#4において、無線パケットが正常に受信された場合には現在の送信抑制時間を解除することができ、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。したがって、図4に示す次のタイミングt2では、無線チャネル#3, #4がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル#1, #2を用いた無線パケットの並列送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が行われる。

【0037】

(無線パケット通信方法の第2の実施形態)

図5は、本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態(その1)のフローチャートを示す。図6は、本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態(その1)のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3, #4, #5が用意され、タイミングt1において、無線チャネル#2, #5がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1~#5は、あらかじめ設定されるチャネル間(例えば隣接チャネル間)のみで漏れこみを生じさせる関係にあり(この点が第1の実施形態と異なる)、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

【0038】

まず、タイミングt1で空き状態の無線チャネルを検索する(S11)。ここでは、RSSIによる物理的なキャリアセンスと、NAVによる仮想的なキャリアセンス(送信抑制時間の検出)を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図19および図20などに示す方法により並列送信する(S12)。ここでは、無線チャネル#1, #3, #4が空き状態であり、無線チャネル#1, #3, #4を用いた3個(または3×空間分割多重数)の無線パケットの送信を行う。

【0039】

次に、送信に利用した無線チャネル#i(ここでは#1, #3, #4)ごとにS13~S20の処理を行う。まず、無線チャネル#i(iは1, 3, 4)から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する(S13)。次に、無線チャネル#iが影響を及ぼす無線チャネル#j(ここでは隣接チャネル)ごとにS14~S19の処理を行う。まず、無線チャネル#jから送信する無線パケットの送信時間 T_j を検出する(S14)。次に、無線チャネル#iと隣接する無線チャネル#jの各送信時間 T_i と T_j を比較し(S15)、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル#jは、無線チャネル#iの送信中に送信が終わるので、以下に示す手順(S16~S18)に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。ここでは、無線チャネル#1, #3に対する無線チャネル#2、無線チャネル#4に対する無線チャネル#3, #5がその対象になる。

【0040】

次に、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル#j(ここでは#2, #3, #5)について、NAVに設定されている送信抑制時間 T_{sj} を検出する(S16)。次に、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間($T_i + T_s$)と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{sj} を比較し、 $T_i + T_s > T_{sj}$ であれば、新たな送信抑制時間 T_{sj} として $T_i + T_s$ をNAVに設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う(S17, S18, S19)。一方、 $T_i > T_j$ でない無線チャネル#j(ここでは#4)の場合、あるいは $T_i + T_s > T_{sj}$ でない無線チャネル

#j (ここでは#5) の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う (S15, S17, S19)。

【0041】

以上の処理を送信に利用したすべての無線チャネル#iについて行う (S13~S20)。これにより、無線チャネル#1, #4, #5についてはNAVの設定は行わない。無線チャネル#2については、無線チャネル#1による送信抑制時間 ($T1 + Ts$) と、無線チャネル#3による送信抑制時間 ($T3 + Ts$) の長い方 ($T1 + Ts$) がNAVに設定される。無線チャネル#3については、無線チャネル#4による送信抑制時間 ($T4 + Ts$) がNAVに設定される。したがって、次のタイミングt2では、無線チャネル#2, #3, #5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル#1, #4を用いた無線パケットの送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が行われる。

【0042】

本実施形態においても、図3および図4に示す第1の実施形態の場合と同様に、NAVが設定された無線チャネル#2, #3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル#5において、無線パケットが正常に受信された場合には現在の送信抑制時間を解除することができ、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。

【0043】

図7は、本実施形態において、無線パケットが正常に受信された場合に送信抑制時間の解除および更新を行う手順に基づくタイムチャートを示す。ここでは、自局宛ての無線パケットが受信された無線チャネル#2, #5にそれぞれ送信抑制時間が設定されているものの、無線チャネル#2の無線パケットのヘッダに占有時間が設定されていないので、無線チャネル#2については送信抑制時間の解除のみが行われ、無線チャネル#5については送信抑制時間の更新が行われる。したがって、次のタイミングt2では、無線チャネル#3, #5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル#1, #2, #4を用いた無線パケットの並列送信を行うことができる。

【0044】

(無線パケット通信方法の第3の実施形態)

第1の実施形態では、並列送信する無線パケットのうち最長の送信時間 T_{max} を要する無線チャネルを基準に、その他のすべての無線チャネルに対して送信抑制時間 ($T_{max} + Ts$) を設定する。ただし、すでに設定されている送信抑制時間 T_{si} が $T_{max} + Ts$ より長ければそのままとする。この方法は、送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によって受信ができず、そのために新たな送信抑制時間の設定ができない場合を想定し、その他の無線チャネルに一律に送信抑制時間を設定するものである。

【0045】

第3の実施形態は、第1の実施形態において送信時間が最長の無線チャネル以外のすべての無線チャネルを対象とする方法に代わり、受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択することを特徴とする。

【0046】

図8は、本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態 (その1) のフローチャートを示す。図9は、本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態 (その1) のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3, #4, #5が用意され、タイミングt1において、無線チャネル#2, #5がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。

【0047】

まず、タイミングt1で空き状態の無線チャネルを検索する (S1)。ここでは、RSSIによる物理的なキャリアセンスと、NAVによる仮想的なキャリアセンス (送信抑制時間の検出) を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図19および図20など

に示す方法により並列送信する(S2)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{\max} を検出する(S3)。ここでは、無線チャネル#1が空き状態であり、無線チャネル#1, #3, #4を用いた3個(または3×空間分割多重数)の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{\max} (ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1)が検出される。

【0048】

次に、無線チャネル#1~#5ごとにS4~S9の処理を行う。まず、無線チャネル# i (i は1~5)から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する(S4)。次に、最長の送信時間 T_{\max} と、無線チャネル# i から送信する無線パケットの送信時間 T_i を比較する(S5)。ここでは、無線チャネル#1の送信時間 T_1 が最長($T_{\max} = T_1$)であり、無線チャネル#1以外は $T_{\max} > T_i$ となるので、以下の処理は無線チャネル#1以外が対象となる。

【0049】

$T_{\max} > T_i$ となる無線チャネル# i において、送信中でないときの受信電力 P_i を検出して所定の閾値 P_{th} と比較する(S21, S22)。この受信電力 P_i が P_{th} 以上であれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順(S6~S8)に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。ここでは、無線チャネル#2の受信電力 P_2 が無線チャネル#1, #3からの漏れこみにより P_{th} 以上となり、無線チャネル#3, #5の受信電力 P_3 , P_5 が無線チャネル#4からの漏れこみにより P_{th} 以上となり、無線チャネル#1, #4の受信電力は P_{th} 以上にならない。したがって、無線チャネル#2, #3, #5に送信抑制時間を設定する。

【0050】

無線チャネル# i (i は2, 3, 5)について、NAVに設定されている送信抑制時間 T_{si} を検出する(S6)。ここでは、無線チャネル#2, #5について T_{s2} , T_{s5} が検出される。次に、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間($T_{\max} + T_s$)と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{si} を比較し、 $T_{\max} + T_s > T_{si}$ であれば、新たな送信抑制時間として $T_{\max} + T_s$ をNAVに設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う(S7, S8, S9)。一方、 $T_{\max} > T_i$ でない無線チャネル# i (ここでは#1)の場合、あるいは受信電力 P_i が P_{th} より小さい無線チャネル# i (ここでは#4)の場合、あるいは $T_{\max} + T_s > T_{si}$ でない無線チャネル# i (ここでは#5)の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う(S5, S22, S7, S9)。

。

【0051】

これにより、最長の送信時間 T_{\max} を有する無線チャネル#1および漏れこみの影響がない無線チャネル#4についてはNAVの設定は行わず、無線チャネル#2, #3についてはNAVに送信抑制時間($T_{\max} + T_s$)を設定し、無線チャネル#5についてはNAVの現在の送信抑制時間(T_{s5})を保持する。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル#2, #3, #5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル#1, #4を用いた無線パケットの送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が行われる。

【0052】

本実施形態においても、図3および図4に示す第1の実施形態の場合と同様に、NAVが設定された無線チャネル#2, #3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル#5において、無線パケットが正常に受信された場合には現在の送信抑制時間を解除することができ、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。

【0053】

図10は、本実施形態において、無線パケットが正常に受信された場合に送信抑制時間の解除および更新を行う手順に基づくタイムチャートを示す。ここでは、自局宛ての無線パケットが受信された無線チャネル#2, #5にそれぞれ送信抑制時間が設定されている

ものの、無線チャネル#2の無線パケットのヘッダに占有時間が設定されていないので、無線チャネル#2については送信抑制時間の解除のみが行われ、無線チャネル#5については送信抑制時間の更新が行われる。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル#3、#5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル#1、#2、#4を用いた無線パケットの並列送信を行うことができる。

【0054】

(無線パケット通信方法の第4の実施形態)

第2の実施形態は、送信に利用する無線チャネル# i からの漏れこみの影響を受ける無線チャネル# j を予め想定し(例えば隣接チャネル)、その無線チャネル# j に対して送信抑制時間($T_i + T_s$)を設定する。ただし、複数の無線チャネルから影響を受ける無線チャネル# j については、それぞれの送信抑制時間のうち最長のものを設定し、すでに設定されている送信抑制時間 T_{sj} が $T_i + T_s$ より長ければそのままとする。この方法は、漏れこみの影響を受ける無線チャネルを予め絞っておくことにより、漏れこみの影響を受けない無線チャネルに対してまで送信抑制時間が一律に設定されるを回避することができる。

【0055】

第4の実施形態は、第2の実施形態において漏れこみの影響を受ける無線チャネルを予め想定し、その想定したすべての無線チャネルを対象とする方法に代わり、想定した無線チャネルにおいて受信電力を検出し、実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択することを特徴とする。

【0056】

図11は、本発明の無線パケット通信方法の第4の実施形態(その1)のフローチャートを示す。図12は、本発明の無線パケット通信方法の第4の実施形態(その1)のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1、#2、#3、#4、#5が用意され、タイミング t_1 において、無線チャネル#2、#5がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1~#5は、隣接チャネル間のみで漏れこみが生じるものと想定している。

【0057】

まず、タイミング t_1 で空き状態の無線チャネルを検索する(S11)。ここでは、RSSIによる物理的なキャリアセンスと、NAVによる仮想的なキャリアセンス(送信抑制時間の検出)を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図19および図20などに示す方法により並列送信する(S12)。ここでは、無線チャネル#1、#3、#4が空き状態であり、無線チャネル#1、#3、#4を用いた3個(または $3 \times$ 空間分割多重数)の無線パケットの送信を行う。

【0058】

次に、送信に利用した無線チャネル# i (ここでは#1、#3、#4)ごとにS13~S20の処理を行う。まず、無線チャネル# i (i は1、3、4)から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する(S13)。次に、無線チャネル# i が影響を及ぼす無線チャネル# j (ここでは隣接チャネル)ごとにS14~S19の処理を行う。まず、無線チャネル# j から送信する無線パケットの送信時間 T_j を検出する(S14)。次に、無線チャネル# i と隣接する無線チャネル# j の各送信時間 T_i と T_j を比較し(S15)、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j は、無線チャネル# i の送信中に送信が終わるので、以下に示す手順(S21~S18)に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。ここでは、無線チャネル#1、#3に対する無線チャネル#2、無線チャネル#4に対する無線チャネル#3、#5がその対象になる。

【0059】

次に、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j (ここでは#2、#3、#5)において、送信中でないときの受信電力 P_i を検出して所定の閾値 P_{th} と比較する(S21、S22)。こ

の受信電力 P_i が P_{th} 以上であれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順 (S16~S18) に従って NAV に送信抑制時間を設定する。ここでは、無線チャンネル # 2 の受信電力 P_2 が無線チャンネル # 1, # 3 からの漏れこみにより P_{th} 以上となり、無線チャンネル # 3, # 5 の受信電力 P_3 , P_5 が無線チャンネル # 4 からの漏れこみにより P_{th} 以上となり、無線チャンネル # 1, # 4 の受信電力は P_{th} 以上にならない。したがって、無線チャンネル # 2, # 3, # 5 に送信抑制時間を設定する。

【0060】

無線チャンネル # i (i は 2, 3, 5) について、NAV に設定されている送信抑制時間 T_{sj} を検出する (S16)。次に、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_i + T_s$) と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{sj} を比較し、 $T_i + T_s > T_{sj}$ であれば、新たな送信抑制時間 T_{sj} として $T_i + T_s$ を NAV に設定し、次の無線チャンネルに対する処理を行う (S17, S18, S19)。一方、 $T_i > T_j$ でない無線チャンネル # j (ここでは # 4) の場合、あるいは受信電力 P_i が P_{th} より小さい無線チャンネル # i の場合、あるいは $T_i + T_s > T_{sj}$ でない無線チャンネル # j (ここでは # 5) の場合は、その無線チャンネルに対して何もせずに次の無線チャンネルに対する処理を行う (S15, S22, S17, S19)。

【0061】

以上の処理を送信に利用したすべての無線チャンネル # i について行う (S13~S20)。これにより、無線チャンネル # 1, # 4, # 5 については NAV の設定は行わない。無線チャンネル # 2 については、無線チャンネル # 1 に対する送信抑制時間 ($T_1 + T_s$) と、無線チャンネル # 3 に対する送信抑制時間 ($T_3 + T_s$) の長い方 ($T_1 + T_s$) が NAV に設定される。無線チャンネル # 3 については、その送信後に無線チャンネル # 4 による送信抑制時間 ($T_4 + T_s$) が NAV に設定される。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャンネル # 2, # 3, # 5 が NAV による仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャンネル # 1, # 4 を用いた無線パケットの送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が行われる。

【0062】

本実施形態においても、図 3 および図 4 に示す第 1 の実施形態の場合と同様に、NAV が設定された無線チャンネル # 2, # 3 およびすでに NAV が設定されている無線チャンネル # 5 において、無線パケットが正常に受信された場合には現在の送信抑制時間を解除することができ、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。

【0063】

図 13 は、本実施形態において、無線パケットが正常に受信された場合に送信抑制時間の解除および更新を行う手順に基づくタイムチャートを示す。ここでは、自局宛ての無線パケットが受信された無線チャンネル # 2, # 5 にそれぞれ送信抑制時間が設定されているものの、無線チャンネル # 2 の無線パケットのヘッダに占有時間が設定されていないので、無線チャンネル # 2 については送信抑制時間の解除のみが行われ、無線チャンネル # 5 については送信抑制時間の更新が行われる。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャンネル # 3, # 5 が NAV による仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャンネル # 1, # 2, # 4 を用いた無線パケットの並列送信を行うことができる。

【0064】

(無線パケット通信方法の他の実施形態)

第 1~第 4 の実施形態において、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響があるものとして、各実施形態に示す手順により NAV に送信抑制時間を設定する。

【0065】

図 1 に示す第 1 の実施形態の手順では、 $T_{max} > T_i$ となる無線チャンネル # i において (S5)、受信した無線パケットに誤りがあるか否かを検査し、誤りがあれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順 (S6~S8) に従って NAV に送信抑制時間を設定する。

【0066】

図5に示す第2の実施形態の手順では、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル#jにおいて(S15)、受信した無線パケットに誤りがあるか否かを検査し、誤りがあれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順(S16~S18)に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。

【0067】

図8に示す第3の実施形態の手順では、 $T_{max} > T_i$ となりかつ $P_i > P_{th}$ となる無線チャネル#iにおいて(S5, S21, S22)、受信した無線パケットに誤りがあるか否かを検査し、誤りがあれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順(S6~S8)に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。

【0068】

図11に示す第4の実施形態の手順では、 $T_i > T_j$ となりかつ $P_i > P_{th}$ となる無線チャネル#jにおいて(S15, S21, S22)、受信した無線パケットに誤りがあるか否かを検査し、誤りがあれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順(S16~S18)に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。

【0069】

(無線パケット通信装置の実施形態)

図14は、本発明の無線パケット通信装置の実施形態を示す。ここでは、3個の無線チャネル#1, #2, #3を用いて3個の無線パケットを並列に送受信可能な無線パケット通信装置の構成について示すが、その並列数は任意に設定可能である。なお、各無線チャネルごとに空間分割多重を利用する場合には、(無線チャネル数×空間分割多重数)の無線パケットを並列に送受信可能であるが、ここでは空間分割多重については省略する。

【0070】

図において、無線パケット通信装置は、送受信処理部10-1, 10-2, 10-3と、ヘッダ付加部21, 送信バッファ22, 送信チャネル選択制御部23, パケット振り分け送信制御部24, パケット順序管理部25およびヘッダ除去部26とを備える。

【0071】

送受信処理部10-1, 10-2, 10-3は、互いに異なる無線チャネル#1, #2, #3で無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なるので互いに独立であり、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信できる構成になっている。各送受信処理部10は、変調器11, 無線送信部12, アンテナ13, 無線受信部14, 復調器15, パケット選択部16およびキャリア検出部17を備える。

【0072】

ヘッダ付加部21の入力には、送信すべき送信データフレーム系列が入力される。この送信データフレーム系列は、1つあるいは複数のデータフレームで構成される。実際に扱うデータフレームとしては、例えばイーサネット(登録商標)フレームなどが想定される。ヘッダ付加部21は、図15に示すデータパケットを生成する。すなわち、ヘッダ付加部21に入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置のID情報や、宛先ごとに独立したデータフレームの順番を表すシーケンス番号や、無線チャネル上での占有時間を表すフィールドを含むヘッダと、無線パケットの誤りを検出するためのCRC符号部が付加される。

【0073】

ヘッダ付加部21が生成したデータパケットは、データパケット系列として送信バッファ22に入力される。送信バッファ22は、入力された1つあるいは複数のデータパケットをバッファリングして一時的に保持する。また、送信バッファ22は現在保持しているデータパケットの数を表す情報を送信チャネル選択制御部23に逐次与える。

【0074】

一方、他の無線パケット通信装置が互いに異なる無線チャネル#1, #2, #3を介して送信した無線信号は、それぞれ対応する送受信処理部10-1, 10-2, 10-3のアンテナ13を介して無線受信部14に入力される。各無線チャネル対応の無線受信部1

4 は、入力された無線信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波およびAD変換を含む受信処理を施す。なお、各無線受信部14には、それぞれ接続されたアンテナ13が送信のために使用されていない時に、各無線チャネルにおける無線伝搬路上の無線信号が常時入力されており、各無線チャネルの受信電界強度を表すRSSI信号がキャリア検出部17へ出力される。また、無線受信部14に対応する無線チャネルで無線信号が受信された場合には、受信処理されたベースバンド信号が復調部15へ出力される。

【0075】

復調器15は、無線受信部14から入力されたベースバンド信号に対してそれぞれ復調処理を行い、得られたデータパケットはパケット選択部16へ出力される。パケット選択部16は、入力されたデータパケットに対してCRCチェックを行い、誤りが検出されなかったデータパケットをキャリア検出部17へ出力する（後述するNAV設定用）。また、データパケットが誤りなく受信された場合には、その事実を送信チャネル選択制御部23に通知する（C1-1, C2-1, C3-1）とともに、そのデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットの宛先IDが自局と一致するか否かを調べ、自局宛てのデータパケットをパケット順序管理部25へ出力する。また、自局宛でないデータパケットの場合には、パケット選択部16で当該パケットが破棄される。パケット順序管理部25は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部26へ出力する。ヘッダ除去部26は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分を除去し、受信データフレーム系列として出力する。

【0076】

キャリア検出部17は、RSSI信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め設定した閾値とを比較する。そして、所定の期間中の受信電界強度が連続的に閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャネルが空き状態であると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャネルがビジーであると判定する。各無線チャネルに対応するキャリア検出部17は、この判定結果をキャリア検出結果として出力する。なお、各送受信処理部10において、アンテナ13が送信状態である場合にはキャリア検出部17にRSSI信号が入力されない。また、アンテナ13が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ13を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。したがって、各キャリア検出部17はRSSI信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

【0077】

また、キャリア検出部17は、パケット選択部16から入力されたデータパケット内に記述された占有時間をNAVに設定する。そして、このNAVの値および無線受信部14から入力されたRSSI信号に応じて、対応する無線チャネルが空き状態かビジーかを判定し、そのキャリア検出結果を送信チャネル選択制御部23へ出力する（C1-2, C2-2, C3-2）。送信チャネル選択制御部23は、各無線チャネルに対応するキャリア検出結果と、送信バッファ22に蓄積されたデータパケット数とに基づいて、以上の各実施形態の方法により並列送信するデータパケット数を決定する。また、送信チャネル選択制御部23はデータパケットの送信に用いる無線チャネルを選択し、選択結果の情報をパケット振り分け送信制御部24に与える。

【0078】

送信チャネル選択制御部23は、たとえば空き状態の無線チャネル数Nが送信バッファ22に蓄積されたデータパケット数K以上の場合には、このデータパケット数Kを並列送信するデータパケット数として決定し、決定したデータパケット数Kと同数の無線チャネルを空き状態の無線チャネルの中から選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部24に通知する（例えば図19(2)の場合）。また、空き状態の無線チャネル数Nが送信バッファ22に蓄積されたデータパケット数Kよりも少ない場合には、空き状態の無線チャ

ネル数Nと同数のデータパケットを並列送信するデータパケット数として決定し、全ての空き状態の無線チャネルを選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部24に通知する(例えば図19(1)の場合)。

【0079】

パケット振り分け送信制御部24は、送信チャネル選択制御部23から通知された並列送信するデータパケット数に基づいて、これと同数のデータパケットの出力を要求する要求信号を送信バッファ22に出力する。送信バッファ22は、パケット振り分け送信制御部24から入力された要求信号の内容を参照し、送信バッファ22が保持しているデータパケットのうち、送信バッファ22に入力された時刻が早いデータパケットから順に要求された数のデータパケットをパケット振り分け送信制御部24に出力する。

【0080】

さらに、パケット振り分け送信制御部24は、送信バッファ22から入力された各データパケットと送信チャネル選択制御部23が選択した無線チャネルとの対応付けを行う。たとえば、送受信処理部10-1, 10-2, 10-3に対応する3つの無線チャネル#1, #2, #3が全て空き状態であり、送信チャネル選択制御部23が3つの無線チャネル#1, #2, #3を全て選択し、送信バッファ22から3つのデータパケットが同時に入力された場合には、これらの3つのデータパケットをそれぞれ無線チャネル#1, #2, #3に順番に対応付ければよい。このような対応付けの結果、無線チャネル#1に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10-1内の変調器11に入力され、無線チャネル#2に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10-2内の変調器11に入力され、無線チャネル#3に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10-3内の変調器11に入力される。各変調器11は、パケット振り分け送信制御部24からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部12に出力する。各無線送信部12は、変調器11から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施し、それぞれ対応する無線チャネルを介してアンテナ13から無線パケットとして送信される。

【0081】

このように、複数の無線チャネルの空き状態を同時に検出し、空き状態の無線チャネルを使用して複数の無線パケットを並列送信することができる。また、複数のアンテナのいずれかが送信中の場合であっても、送信に使用していないアンテナに対応する無線チャネルの空き状態を検出し、空き状態の無線チャネルを使用して複数の無線パケットを並列送信することができる。

【図面の簡単な説明】**【0082】**

【図1】本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態(その1)を示すフローチャート。

【図2】本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態(その1)を示すタイムチャート。

【図3】本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態(その2)を示すフローチャート。

【図4】本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態(その2)を示すタイムチャート。

【図5】本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態(その1)を示すフローチャート。

【図6】本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態(その1)を示すタイムチャート。

【図7】本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態(その2)を示すタイムチャート。

【図8】本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態(その1)を示すフローチャート。

ャート。

【図 9】本発明の無線パケット通信方法の第 3 の実施形態（その 1）を示すタイムチャート。

【図 10】本発明の無線パケット通信方法の第 3 の実施形態（その 2）を示すタイムチャート。

【図 11】本発明の無線パケット通信方法の第 4 の実施形態（その 1）を示すフローチャート。

【図 12】本発明の無線パケット通信方法の第 4 の実施形態（その 1）を示すタイムチャート。

【図 13】本発明の無線パケット通信方法の第 4 の実施形態（その 2）を示すタイムチャート。

【図 14】本発明の無線パケット通信装置の実施形態を示すブロック図。

【図 15】本発明の無線パケット通信装置で用いる無線パケットの構成を示す図。

【図 16】無線パケットの構成例を示す図。

【図 17】3つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の概要を示す図。

【図 18】複数の無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の問題点を示す図。

【図 19】複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法を説明する図。

【図 20】複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法（空間分割多重を併用）を説明する図。

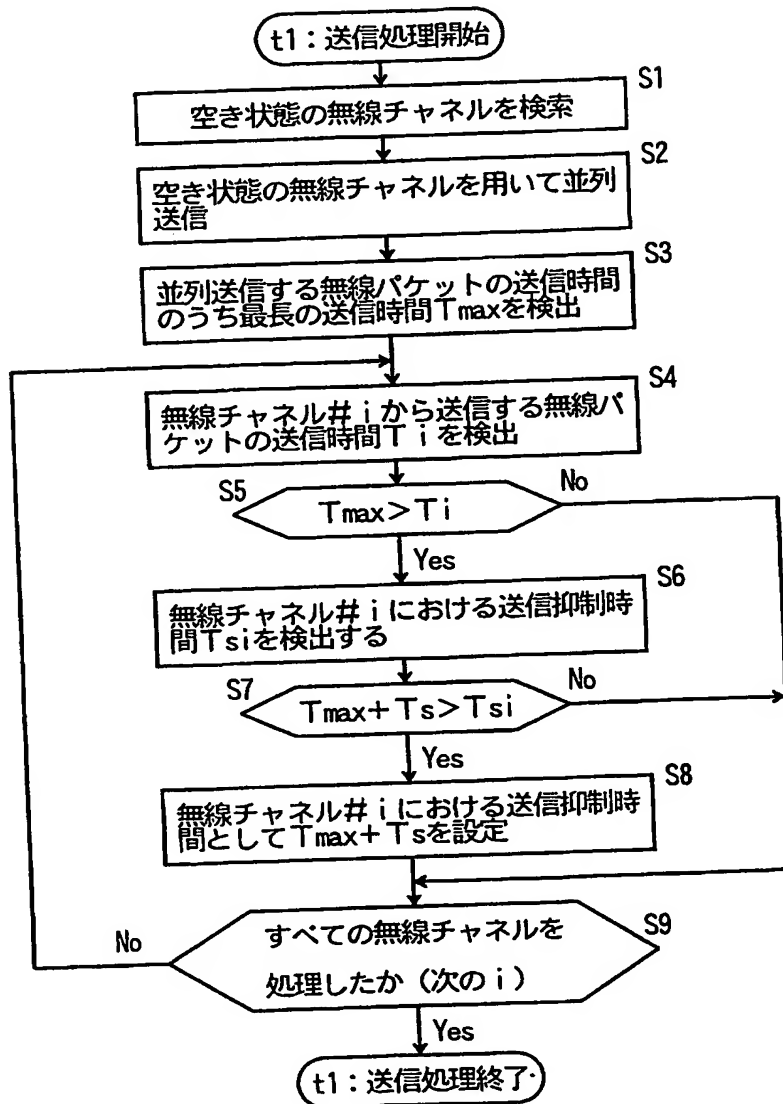
【符号の説明】

【0083】

- 10 送受信処理部
- 11 変調器
- 12 無線送信部
- 13 アンテナ
- 14 無線受信部
- 15 復調器
- 16 パケット選択部
- 17 キャリア検出部
- 21 ヘッダ付加部
- 22 送信バッファ
- 23 送信チャネル選択制御部
- 24 パケット振り分け送信制御部
- 25 パケット順序管理部
- 26 ヘッダ除去部

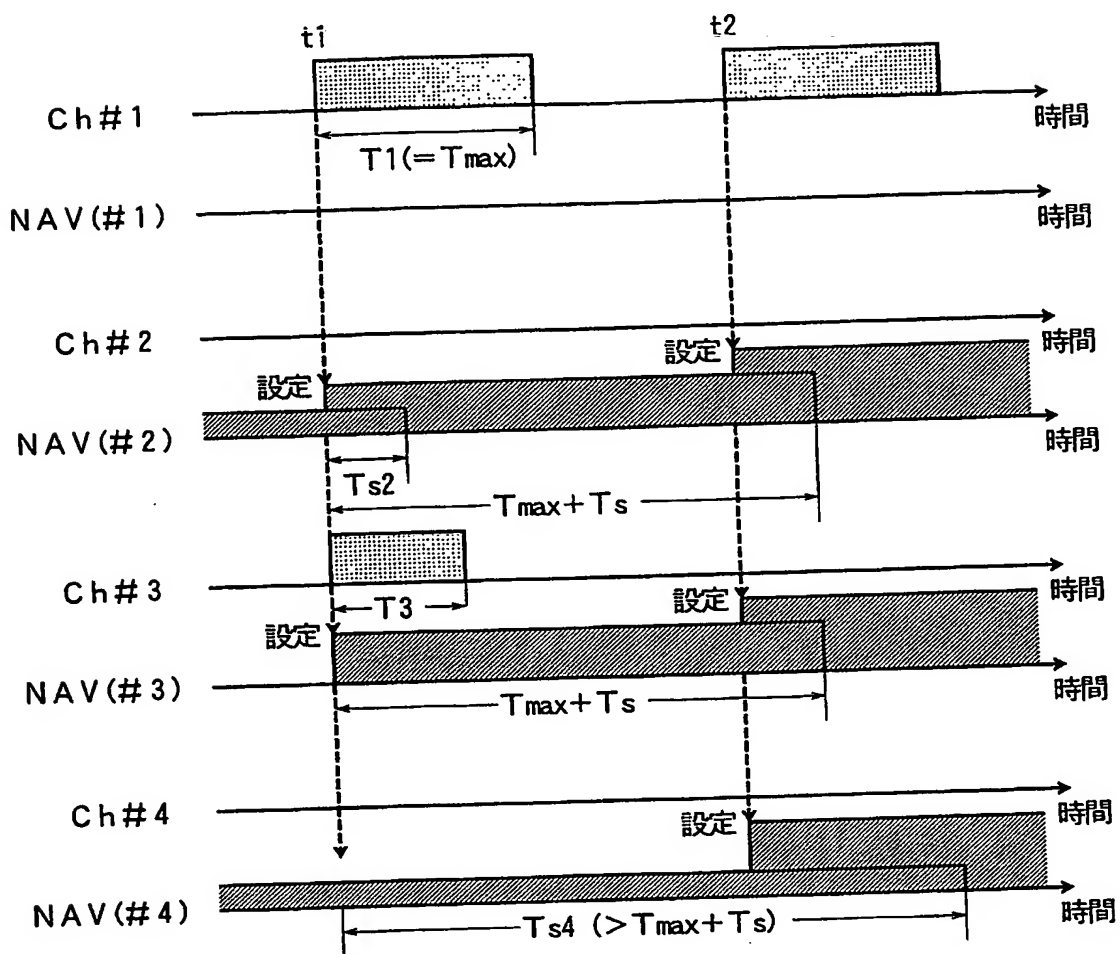
【書類名】 図面
【図 1】

本発明の無線パケット通信方法の第 1 の実施形態（その 1）



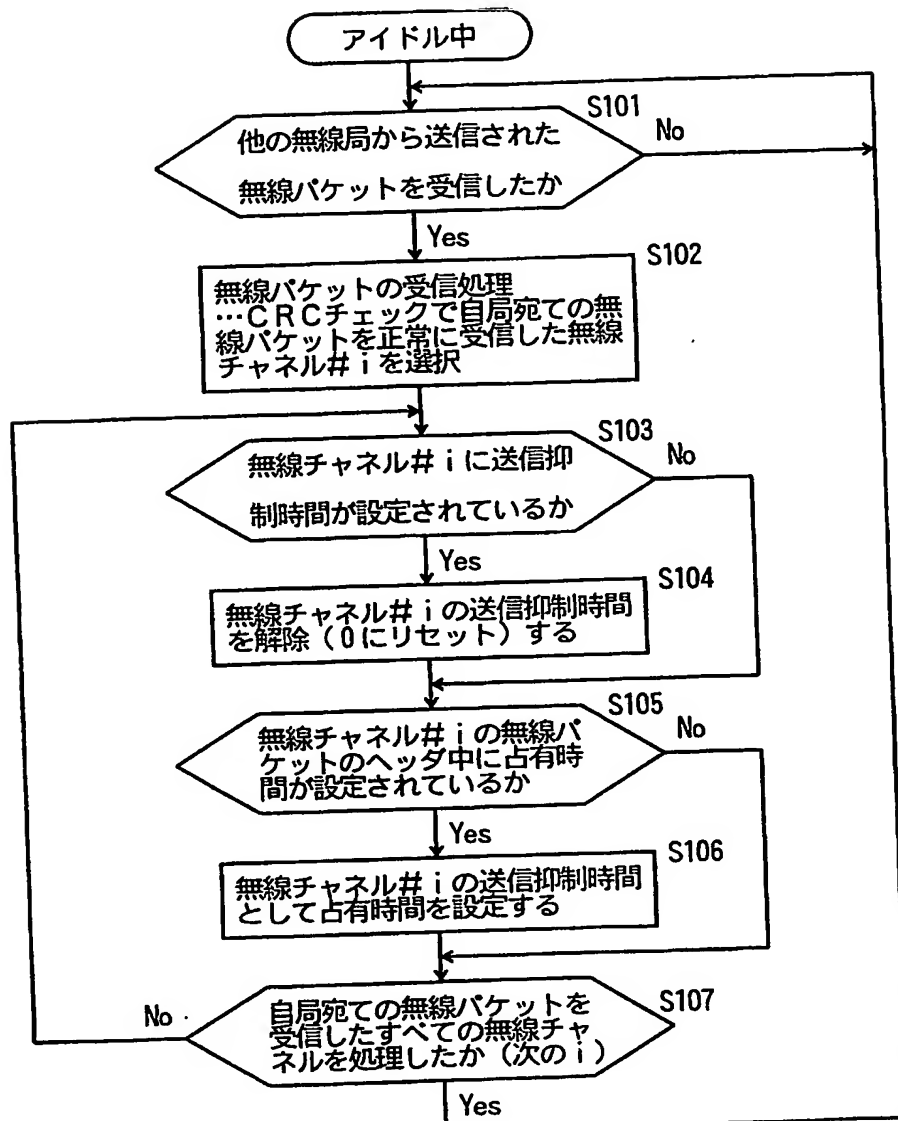
【図 2】

本発明の無線パケット通信方法の第 1 の実施形態 (その 1)



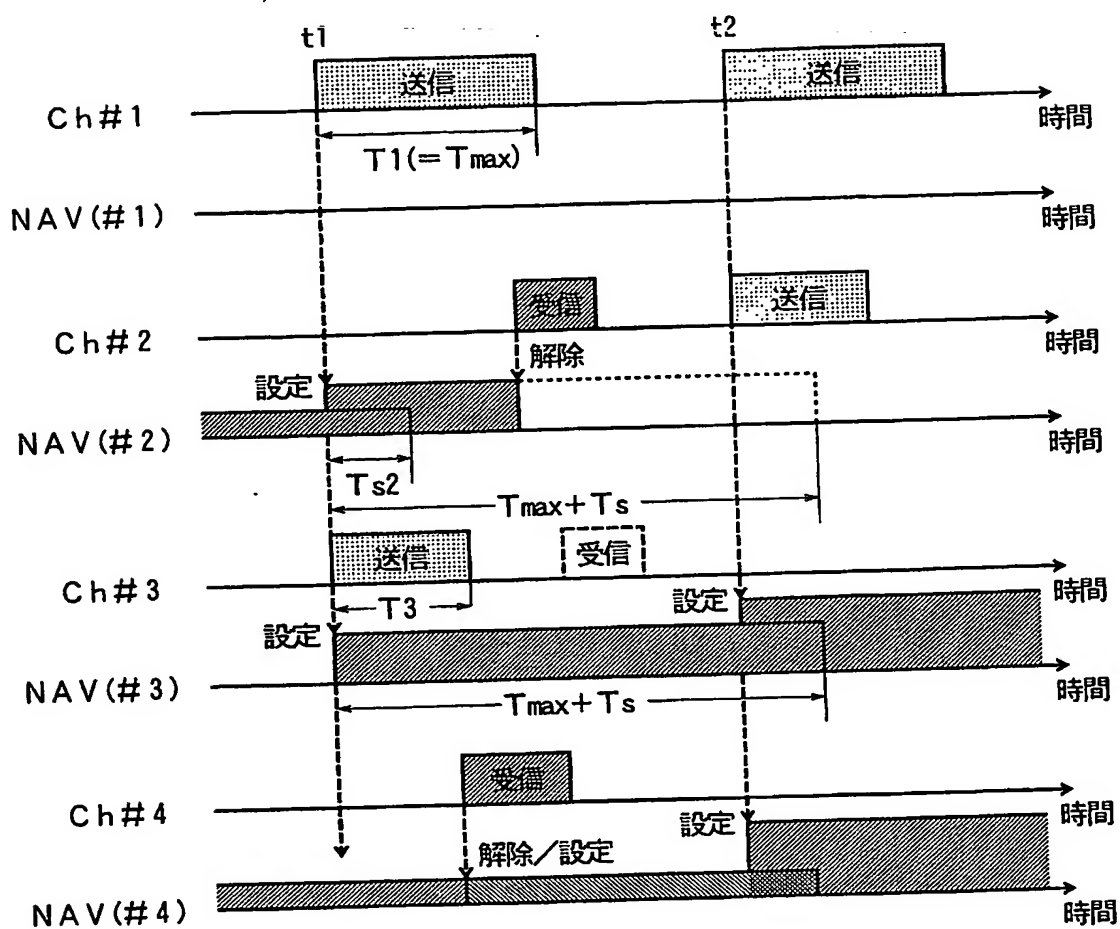
【図 3】

本発明の無線パケット通信方法の第 1 の実施形態 (その 2)



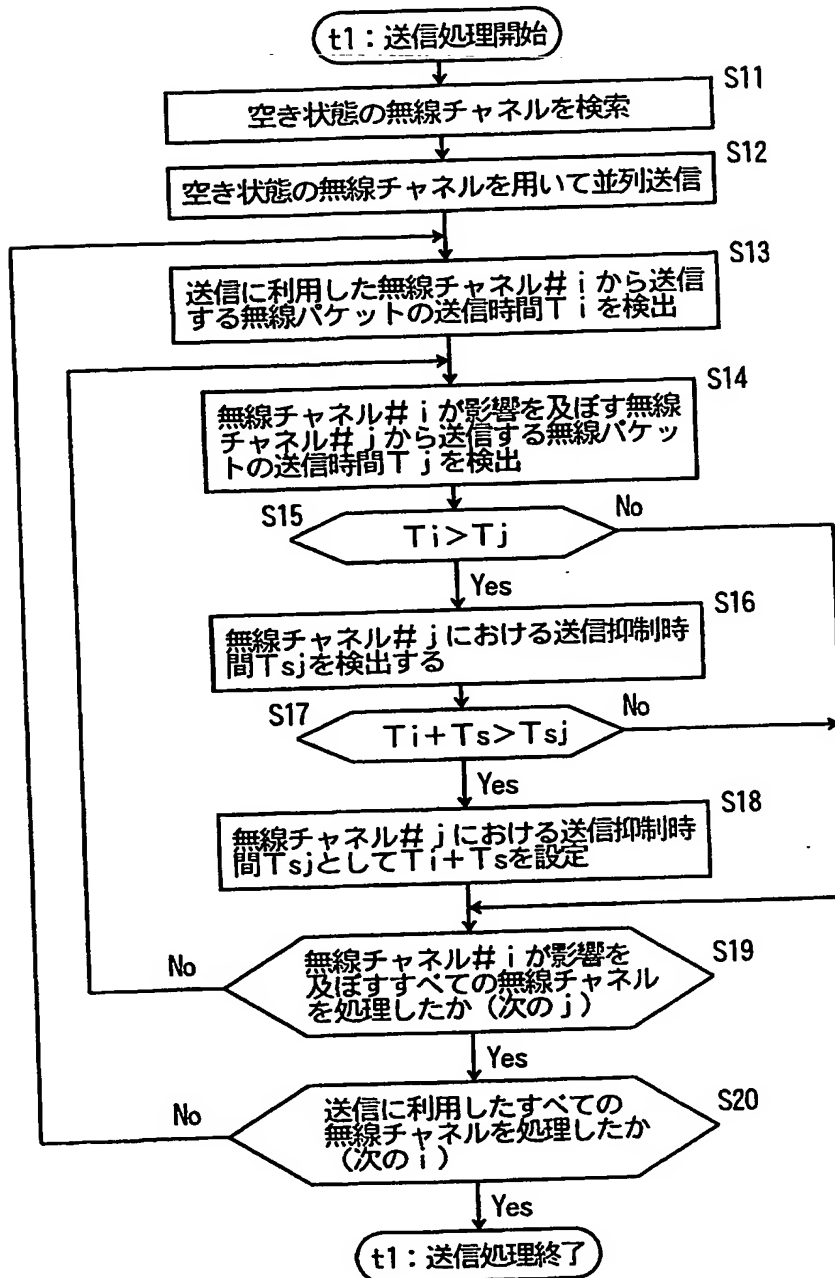
【図 4】

本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態（その2）



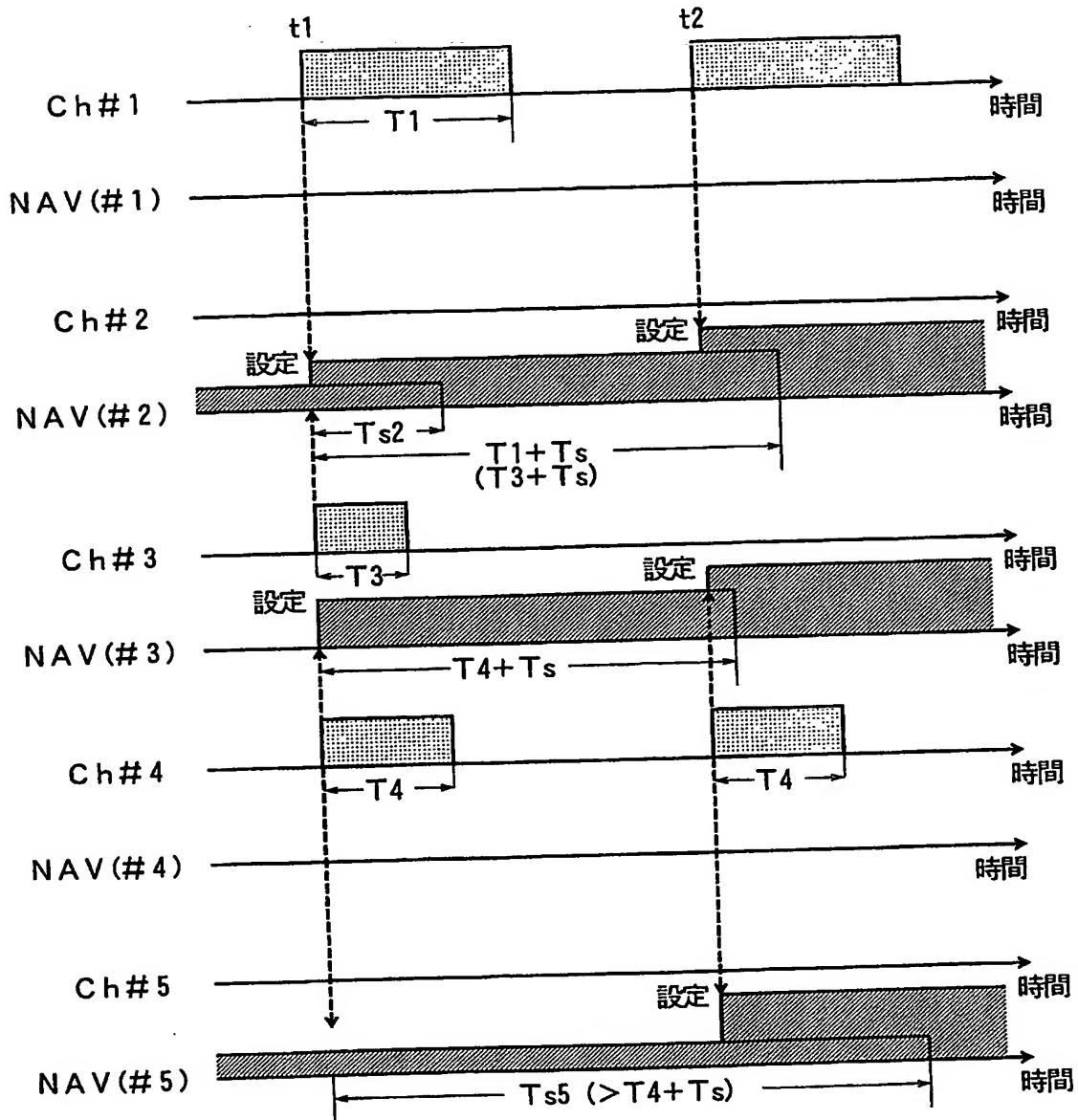
【図 5】

本発明の無線パケット通信方法の第 2 の実施形態 (その 1)



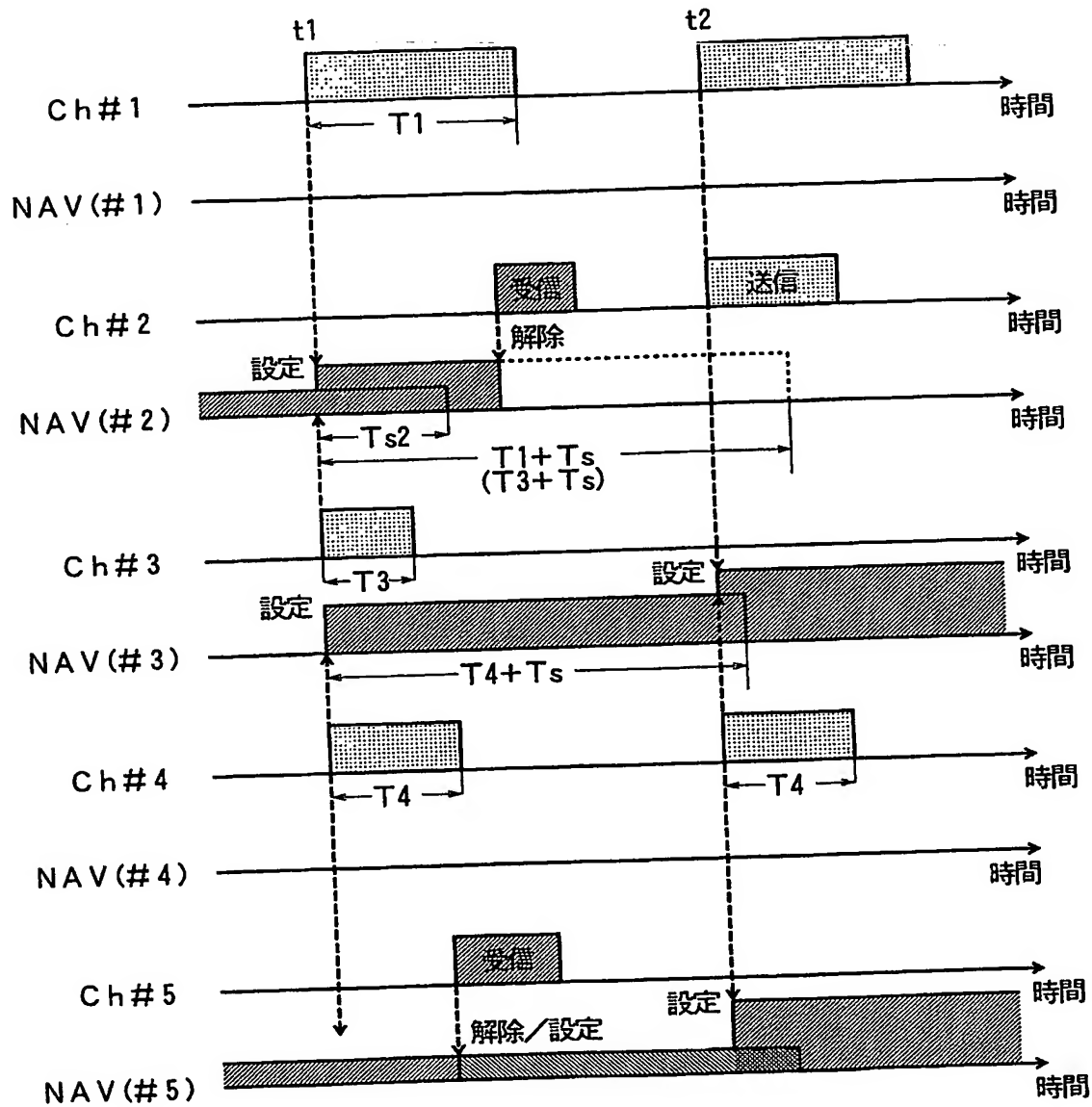
【図 6】

本発明の無線パケット通信方法の第 2 の実施形態 (その 1)



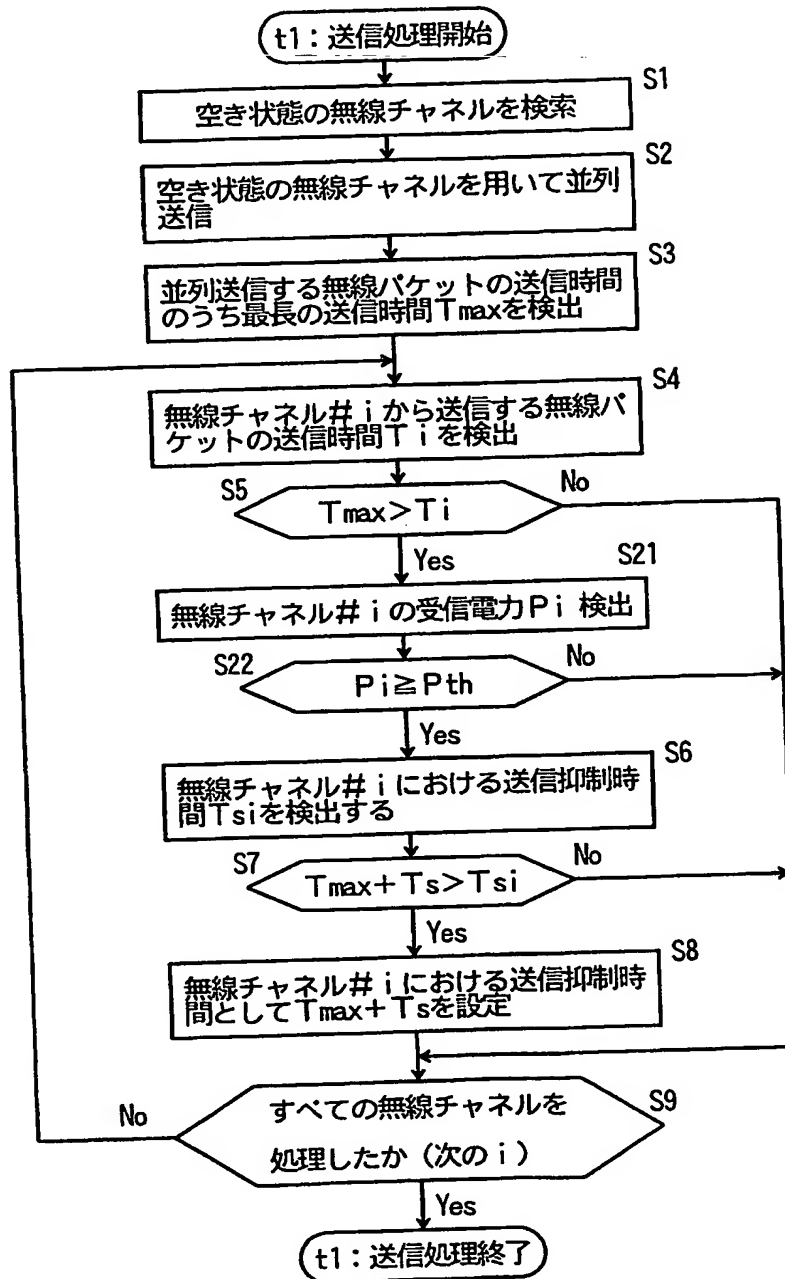
【図 7】

本発明の無線パケット通信方法の第 2 の実施形態 (その 2)



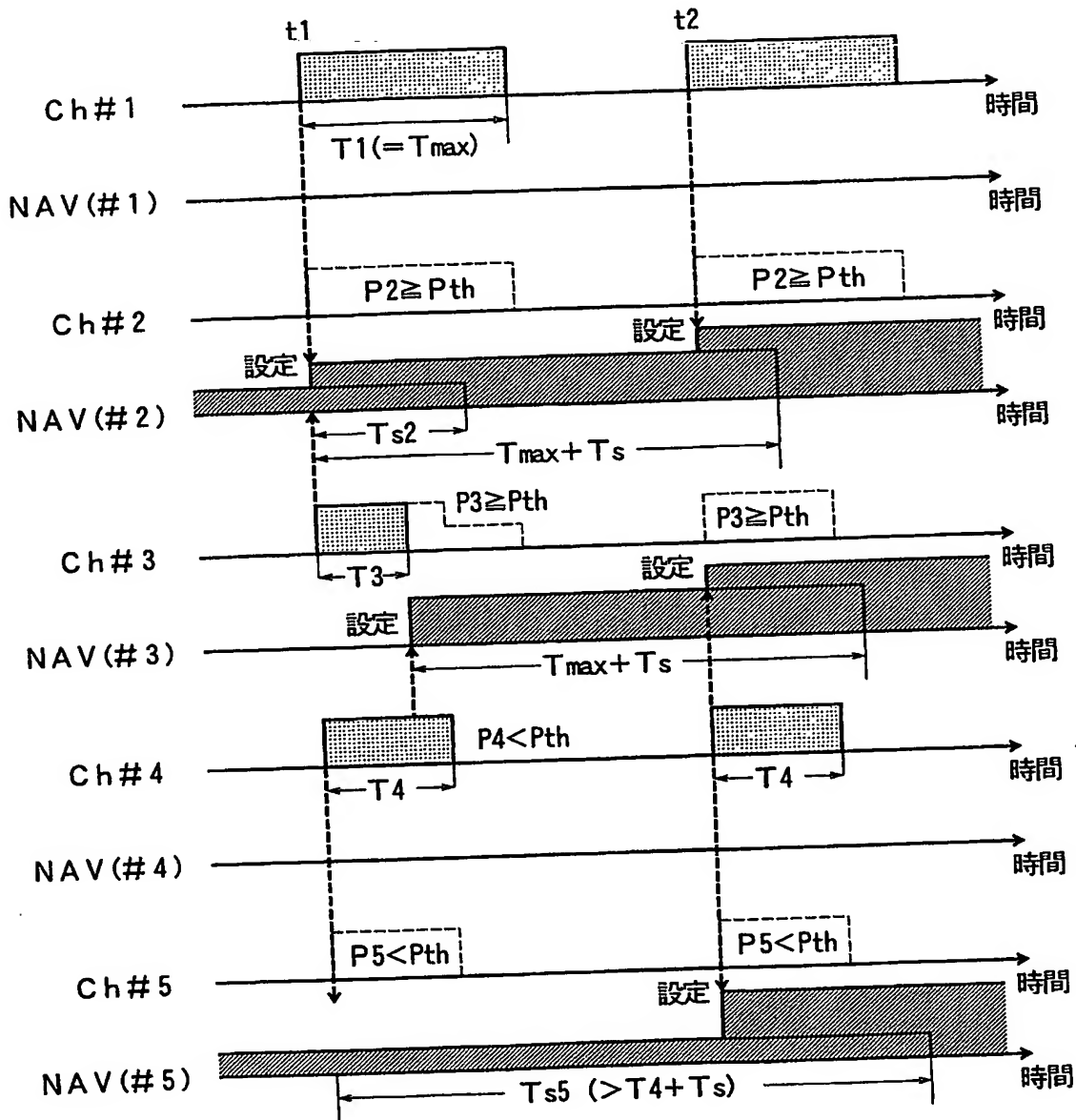
【図 8】

本発明の無線パケット通信方法の第 3 の実施形態 (その 1)



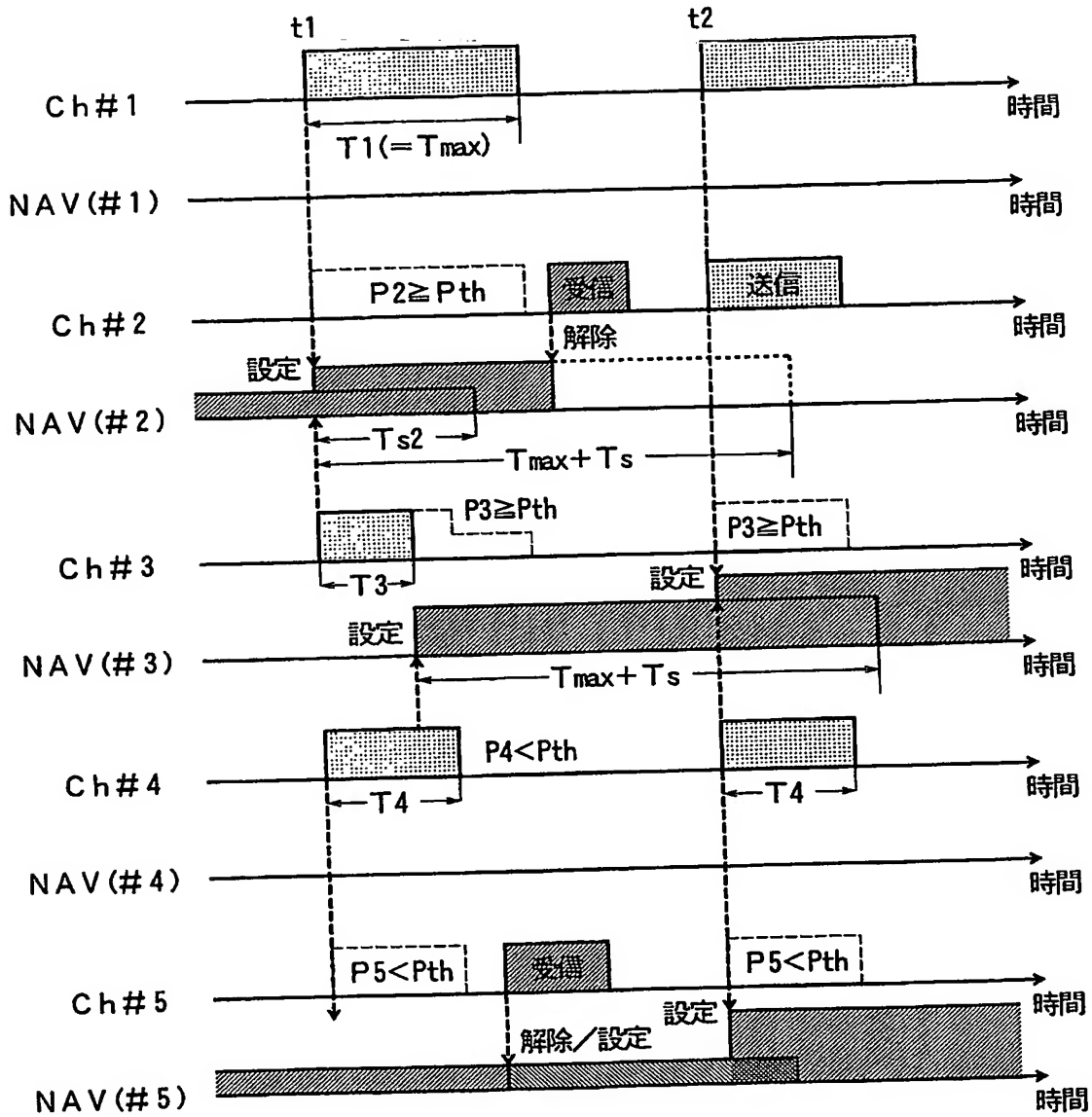
【図 9】

本発明の無線パケット通信方法の第 3 の実施形態 (その 1)



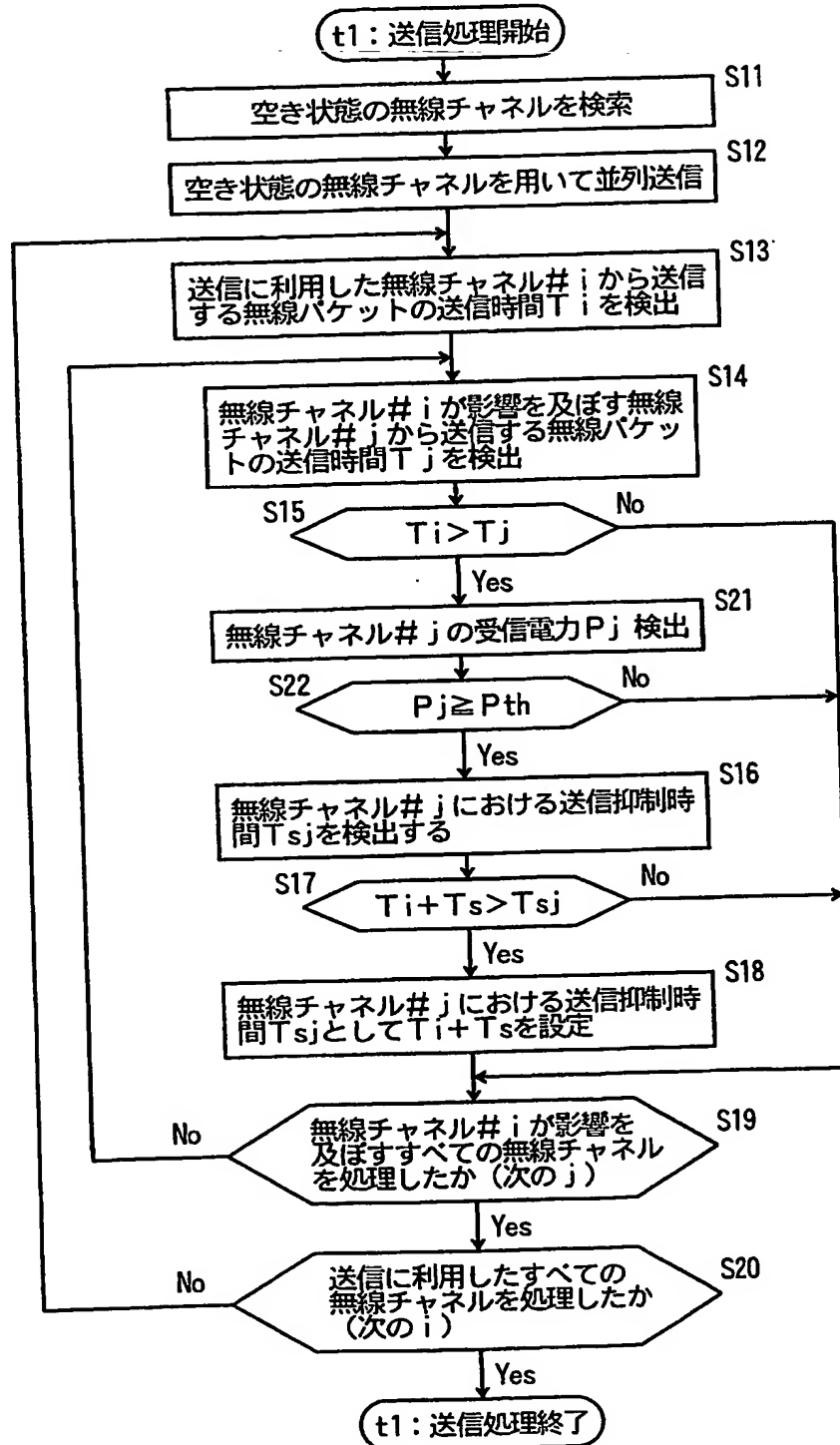
【図 10】

本発明の無線パケット通信方法の第 3 の実施形態 (その 2)



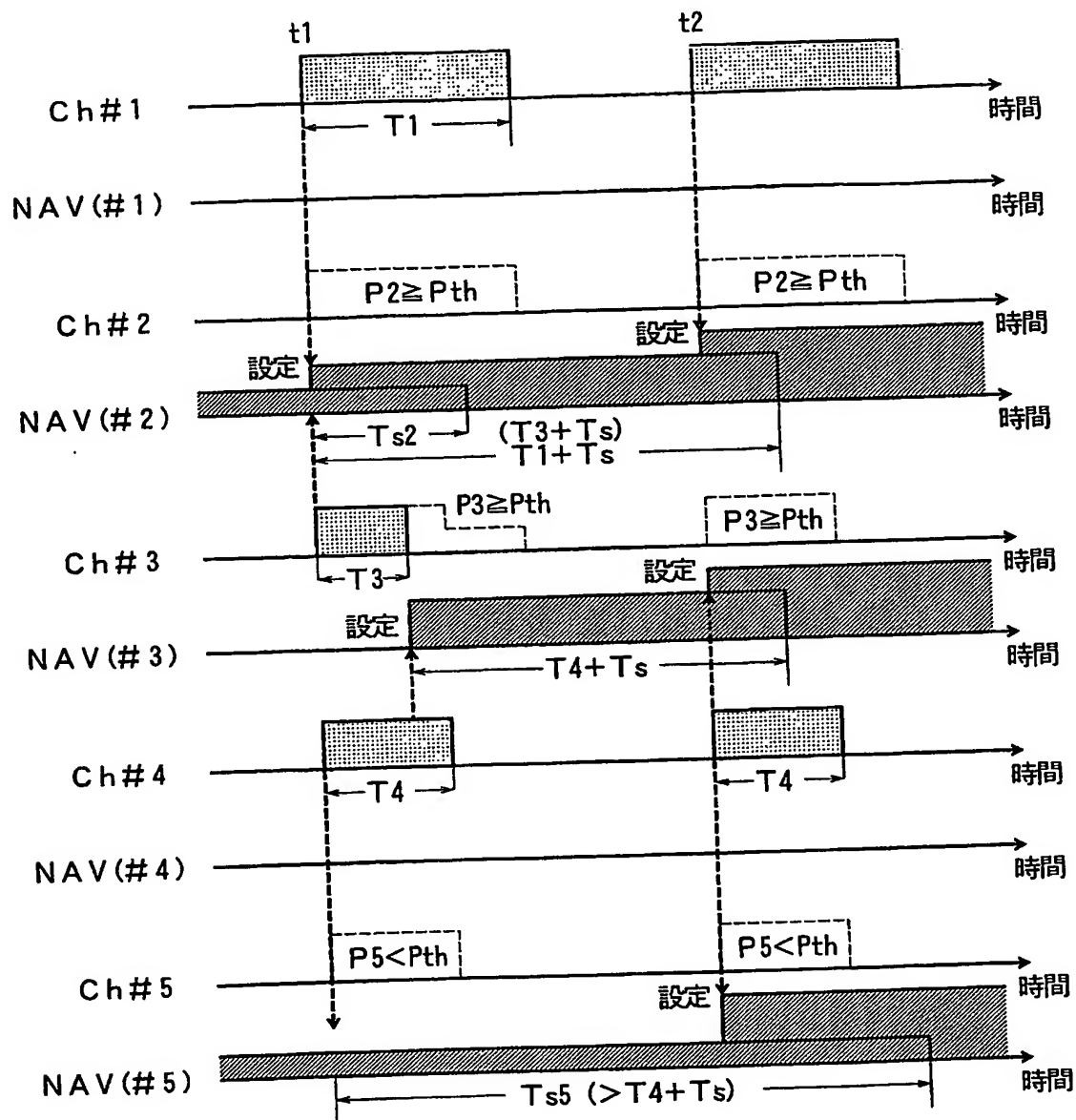
【図 11】

本発明の無線パケット通信方法の第4の実施形態（その1）



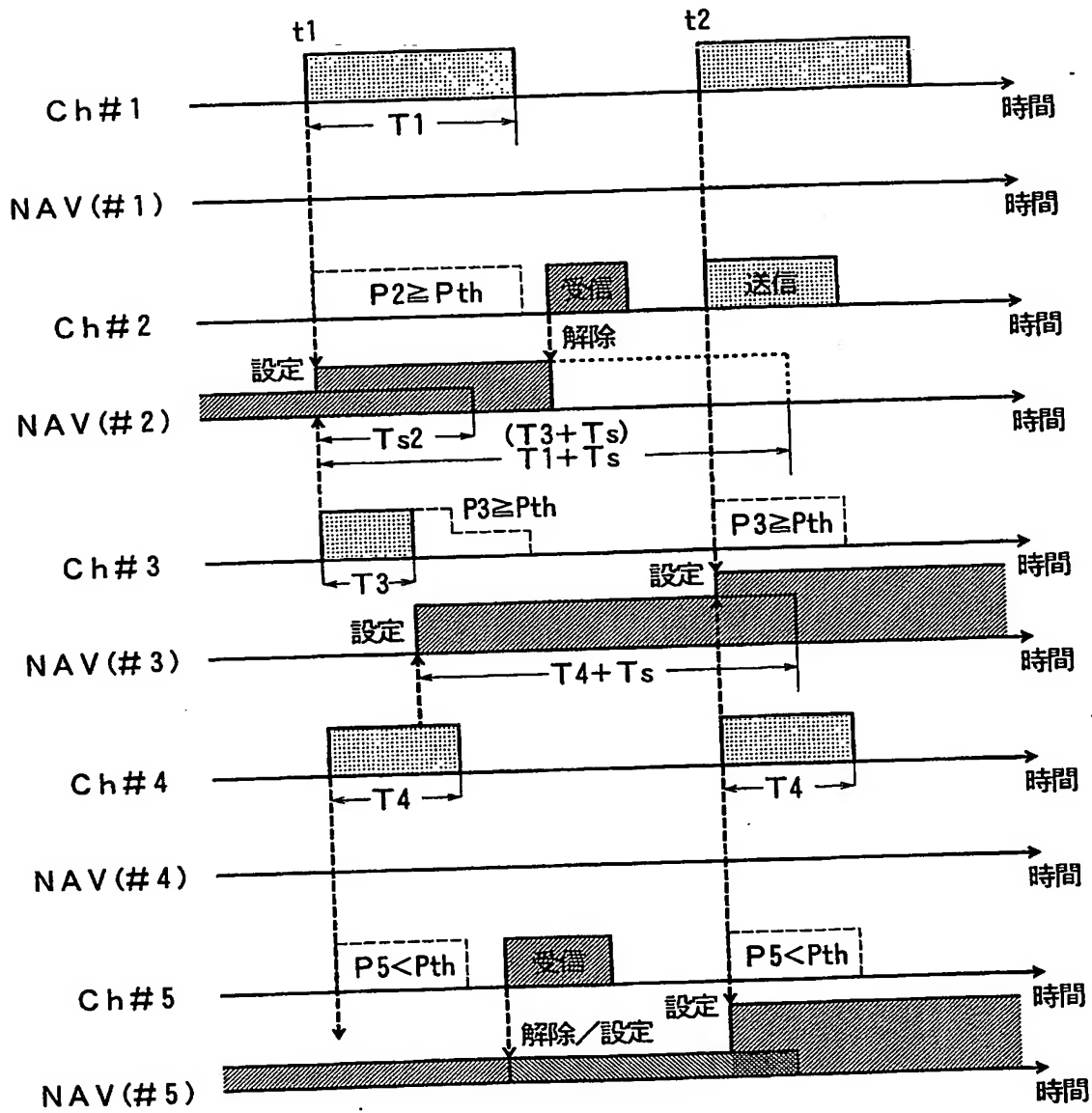
【図 12】

本発明の無線パケット通信方法の第 4 の実施形態 (その 1)



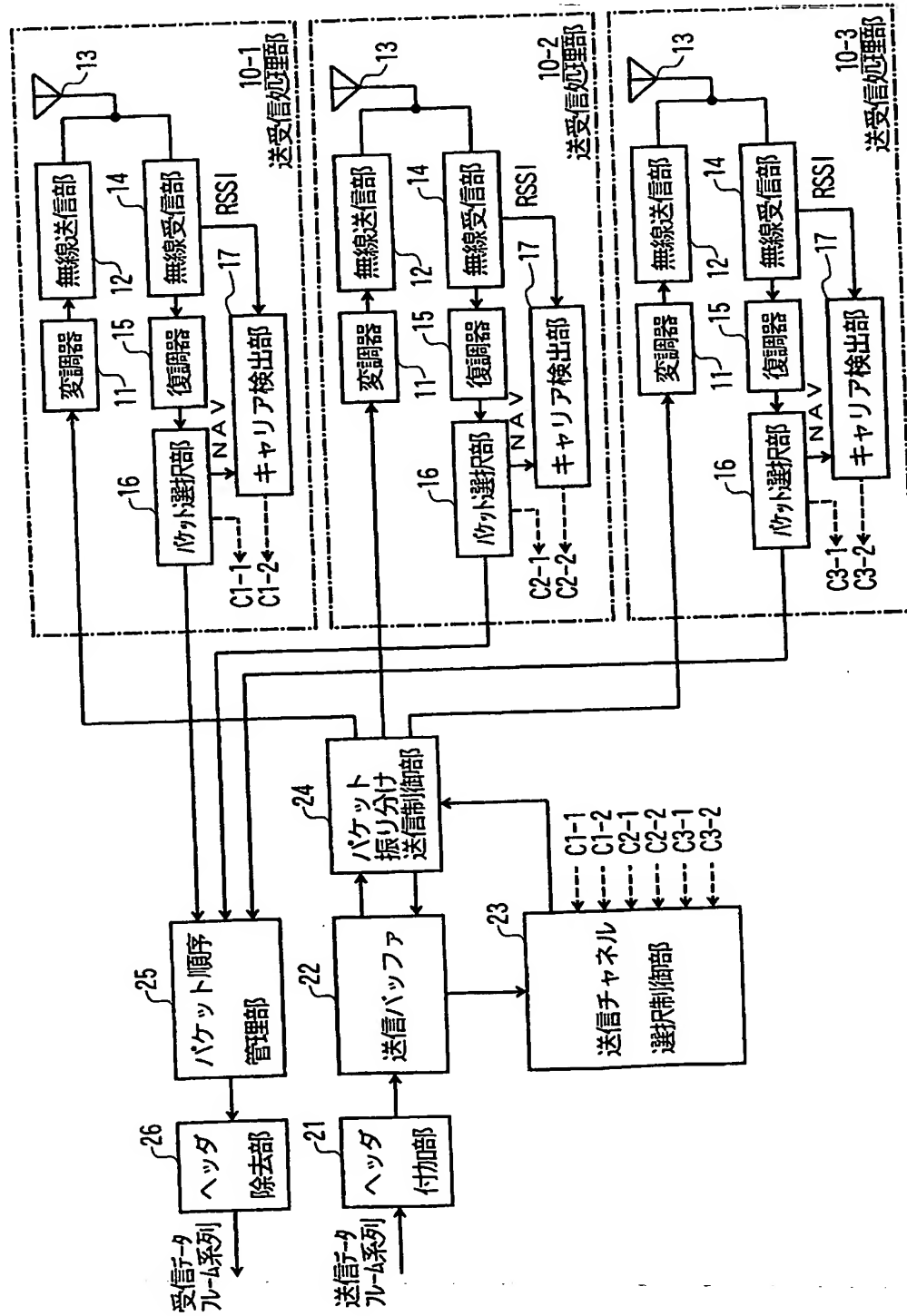
【図 13】

本発明の無線パケット通信方法の第 4 の実施形態 (その 2)



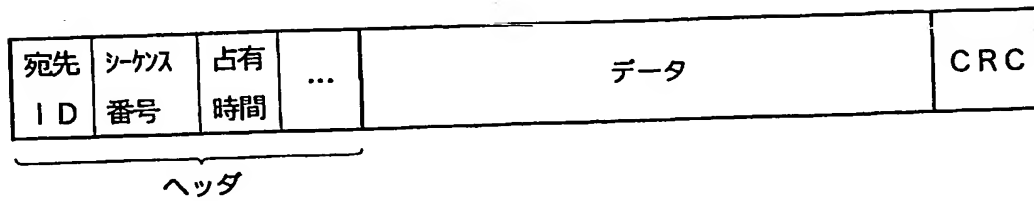
【図 14】

本発明の無線パケット通信装置の実施形態



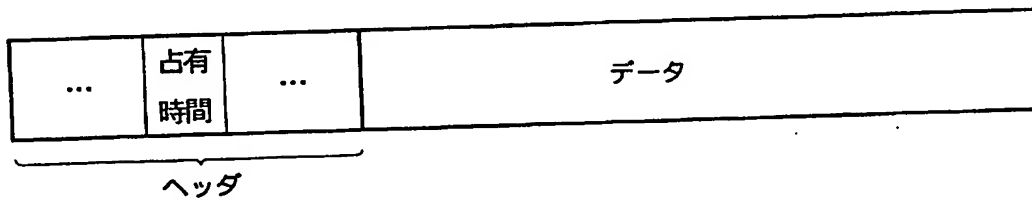
【図 15】

本発明の無線パケット通信装置で用いる無線パケットの構成



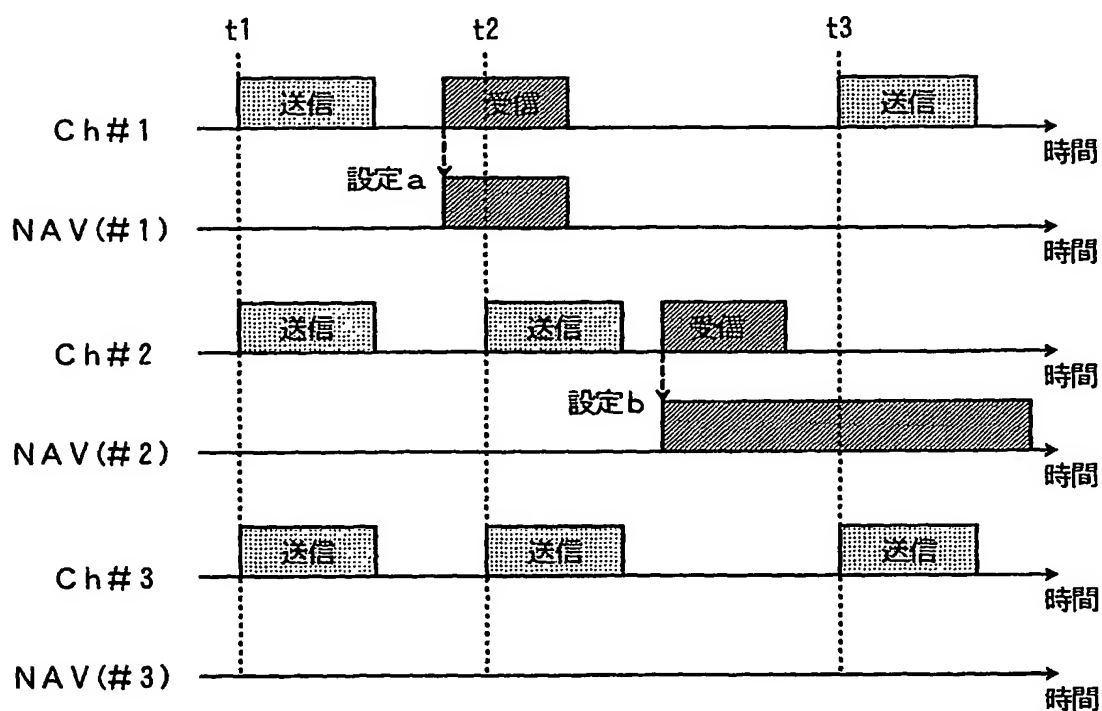
【図 16】

無線パケットの構成例



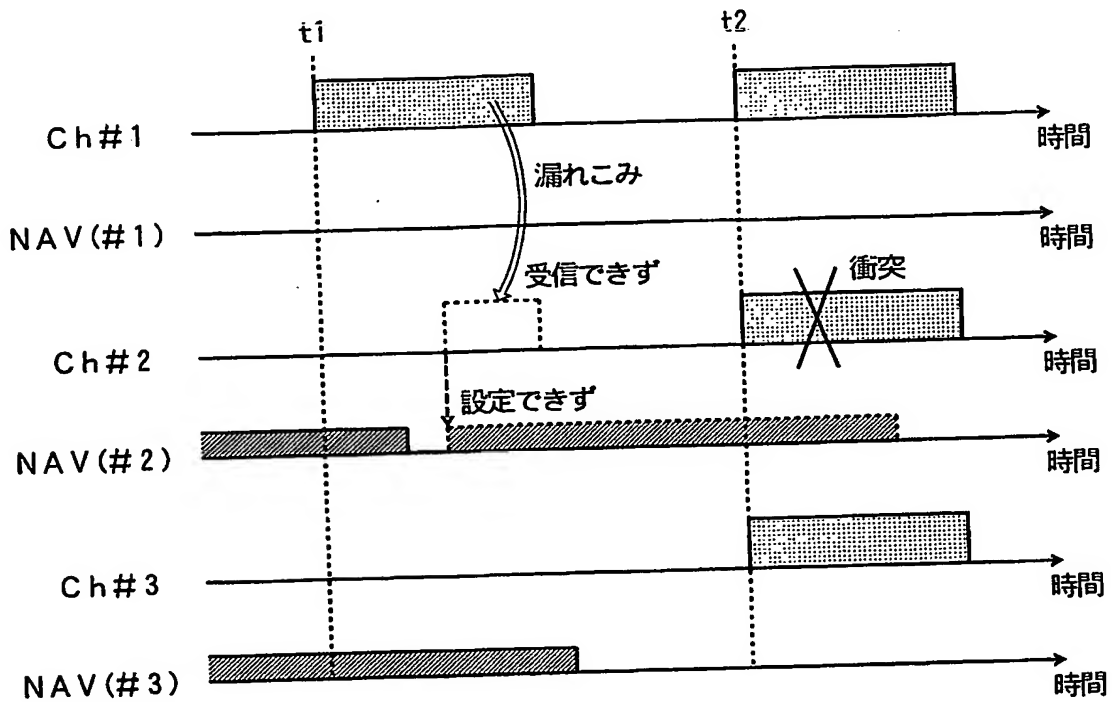
【図 17】

3つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の概要



【図 18】

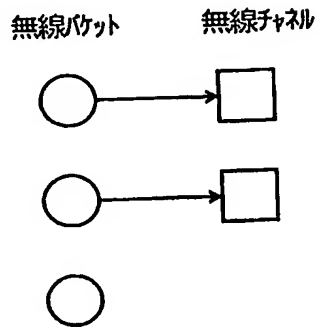
複数の無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の問題点



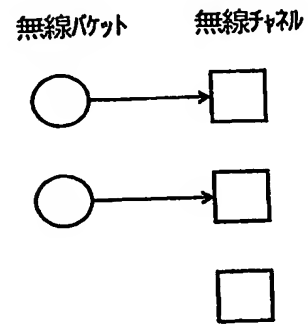
【図 19】

複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法

(1)



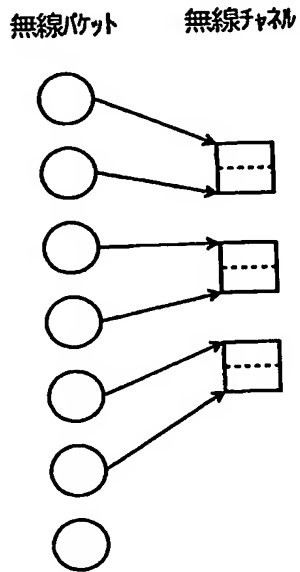
(2)



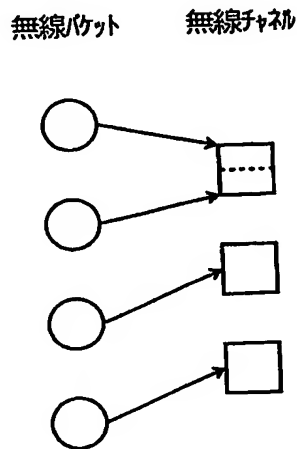
【図 20】

複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法

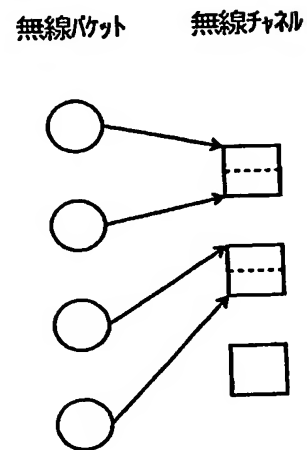
(1)



(2)



(3)



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 並列送信によるスループットの向上を目指す上で、隣接チャネルへの漏れこみなどによるスループットの低下要因を低減する。

【解決手段】 並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定し、キャリア検出中あるいは無線パケットを送信していないアイドル中の無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行い、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルで、送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する。

【選択図】 図 1

特願 2003-341315

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更新月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏名

日本電信電話株式会社